

ISSN 0104-1347

## Temperatura média do ar em Pelotas, Rio Grande do Sul. – Tabelas de probabilidades das médias e máximas pentadais<sup>1</sup>.

Average temperature at Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil - Tables  
of probabilities of average and maximum pentads.

João Baptista da Silva<sup>2</sup>, Marta Pereira Llopart<sup>3</sup> e Camila Cossetin Ferreira<sup>4</sup>

**Resumo** - O objetivo, neste trabalho, foi se construírem tabelas de probabilidades da temperatura média (médias e máximas pentadais) em Pelotas, RS, a partir dos registros diários da Estação Agroclimatológica de Pelotas, do período de 1961 a 2002. Em nenhum dos dois casos se fez necessária a transformação prévia dos dados, uma vez que a construção das tabelas baseia-se na aproximação da variável à distribuição normal. As probabilidades foram estimadas pela distribuição de t, para os níveis de probabilidade de 1% a 99%. As tabelas foram testadas com um novo conjunto de dados (1991 a 2002), reservado para tal. Tendo-se em conta os resultados dos testes, pode-se concluir da adequabilidade do processo de construção das tabelas. Essas tabelas representam importantes subsídios ao planejamento das atividades agropecuárias na região, tirando o máximo proveito dos seus benefícios e evitando seus efeitos danosos.

**Palavras-chave:** distribuição Normal; testes de normalidade; teste de qui-quadrado

**Abstract** - The objective of this paper was to calculate probability tables of average temperature (average and maximum), for five-day periods at Pelotas, RS, Brazil, based on daily records from Pelotas Agroclimatological Station, of period 1961 to 2002. No data transformations were required for the average and maximum. The tables were made based on the variable approximation to the Normal distribution. The probabilities were estimated by t distribution, for the probability levels ranging from 1% to 99%. The tables were tested with a newer data set (1991-2002). The results of these tests revealed the suitability of the tables' building process. The tables represent a relevant help in the planning the areas of agricultural and breeding activities, allowing to take advantage of the benefits and avoiding the damaging effects of the conditions presented by these variables.

**Key words:** Normal distribution; normality tests; chi-square test

### Introdução

A observação das variáveis, ao longo do tempo, como forma de se compreenderem os fenômenos meteorológicos, para determinar seus padrões de ocorrência e propiciar uma adequada previsibilidade do comportamento climático de uma

região, é um instrumento de grande valia no planejamento e na gestão de inúmeras atividades agropecuárias e humanas.

O planejamento adequado das atividades agropecuárias passa, obrigatoriamente, pelo conhecimento do comportamento probabilístico das variáveis do clima (temperatura, umidade relativa,

<sup>1</sup>Trabalho realizado com o apoio do CNPq e da FAPERGS.

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Livre Docente, Doutor em Ciências, Bolsista do CNPq, Professor Titular (Aposentado) do Instituto de Física e Matemática (UFPel). [jbsilva@ufpel.edu.br](mailto:jbsilva@ufpel.edu.br)

<sup>3</sup>Estudante do Curso de Meteorologia da UFPel. Bolsista de Iniciação Científica do PIBIC/CNPq. [martallopert@hotmail.com](mailto:martallopert@hotmail.com)

<sup>4</sup>Bacharel em Meteorologia pela UFPel. Ex-Bolsista do PIBIC/CNPq.

vento, chuva, radiação solar, etc.), visto estarem essas atividades muito sujeitas às inclemências do tempo. As previsões probabilísticas auxiliam no planejamento e condução das atividades agropastoris, racionalizam os procedimentos e evitam ou minimizam os possíveis prejuízos causados pela ação das intempéries.

Os processos biofísicos e bioquímicos que condicionam o metabolismo dos seres vivos e, portanto, seus desenvolvimentos, são afetados pelas condições energéticas do ambiente, mais especificamente, da atmosfera e do solo. Todos os processos que condicionam o desenvolvimento e crescimento das plantas e animais têm a temperatura como um dos fatores principais, portanto, o conhecimento da temperatura de uma região é fundamental para o planejamento agrícola.

Devido ao grande número de fatores e a complexidade das interações envolvidas em qualquer estudo planta-clima, a maioria dos estudos fenológicos tem sido conduzida pela comparação do desenvolvimento do vegetal com um simples elemento ambiental: a temperatura média do ar. Dessa forma, as condições térmicas do ambiente são de extrema importância na produtividade animal e vegetal. Define-se, como temperatura média do ar, o valor médio das temperaturas observadas no intervalo de tempo dado.

Os efeitos dos valores extremos da temperatura média, quando combinados com outras variáveis meteorológicas como, por exemplo, chuvas fortes e ventos intensos, compõem um quadro “desagradável”, ou mesmo, extremamente danoso. Portanto, as tabelas de probabilidades desses elementos meteorológicos, em conjunto, poderão constituir uma informação valiosa para a programação de diversas atividades (turismo, esportes, lazer, agropecuárias, etc.).

Ao longo do tempo, tabelas de probabilidades de elementos meteorológicos têm sido publicadas, principalmente as de precipitações, por BARGER *et al.* (1959), COLIGADO *et al.* (1969), STUFF (1969), entre outros. A maioria desses trabalhos utilizou a distribuição gama na estimativa das probabilidades.

AMARAL *et al.* (1975; 1976) estimaram probabilidades das temperaturas mínimas, média das mínimas e mínima absoluta, para dados pentadais<sup>5</sup>,

em Pelotas, BAPTISTA DA SILVA & AMARAL (1984) apresentaram tabelas de probabilidades das precipitações pluviométricas, totais e máximas, para cada uma das 73 pântadas do ano.

Em BAPTISTA DA SILVA & AMARAL (1987), foi apresentada a fundamentação teórica do processo de construção de tabelas de probabilidades das precipitações pluviométricas pentadais. A fundamentação teórica desse método baseia-se em uma adequada transformação de dados, que proporcione homogeneidade de variâncias e normalidade da distribuição, visto que variáveis meteorológicas, em períodos curtos (dias, pântadas e semanas), geralmente não apresentam essas propriedades. Usando esse método, BAPTISTA DA SILVA *et al.* (1997) determinaram as probabilidades de ocorrência das rajadas máximas mensais do vento em Pelotas e BAPTISTA DA SILVA & LARROZA (1999) estabeleceram as tabelas de probabilidades da velocidade média pentadal e da velocidade máxima pentadal do vento.

Foram publicadas, a seguir, tabelas de probabilidades da umidade relativa, médias e máximas pentadais, para a mesma localidade de Pelotas (BAPTISTA DA SILVA *et al.*, 2002).

O objetivo, neste trabalho, foi se estabelecerem tabelas de probabilidades da temperatura média do ar, média e máxima, nas 73 pântadas do ano.

## Material e métodos

Os dados que serviram de base para estimar as probabilidades da temperatura média foram extraídos dos registros diários da Estação Agroclimatológica de Pelotas, situada no Campus da Universidade Federal de Pelotas, a 15 quilômetros do centro da cidade (latitude: 31° 52'S, longitude: 52° 21'W, altitude: 13,2 m). O instrumento utilizado, para determinação da temperatura média, foi o termógrafo e essa foi realizada nos horários normais de observação (9, 15 e 21h). O Instituto Nacional de Meteorologia recomenda o uso da seguinte expressão:

$$\bar{t}_i = \frac{2t_{00} + t_{12} + t_n + t_x}{5} \quad (1)$$

<sup>5</sup>Pântada é um conjunto de cinco dias consecutivos. A primeira pântada do ano compreende o período de 1 a 5 de janeiro, a segunda de 6 a 10 de janeiro, ..., até a última de 26 a 31 de dezembro. A última pântada de fevereiro representa os cinco dias de 25 de fevereiro a 1 de março nos anos comuns e cinco dias médios do mesmo período nos anos bissextos (5/6 do total dos seis dias).

em que  $\bar{t}_i$  é a temperatura média do dia  $i$  ( $i=1, 2, 3, \dots$ ) considerado;  $t_{00}$  e  $t_{12}$ , as temperaturas diárias, observadas respectivamente às 0 e 12 h (TMG);  $t_n$ , a temperatura mínima observada no dia  $i$  e  $t_x$ , a temperatura máxima observada no dia  $i$ .

As observações referem-se a um período de 42 anos (1961-2002), mas os primeiros 30 anos foram utilizados para a construção das tabelas e os 12 anos restantes para os testes.

Testes de homogeneidade de variâncias (teste de Cochran) e de normalidade (teste de Fisher e de Shapiro & Wilk) foram aplicados aos dados para verificação dessas propriedades, e a fundamentação teórica do trabalho baseou-se na aproximação dos dados à distribuição normal. Mais detalhes sobre os testes de Cochran, Fisher e Shapiro & Wilk encontram-se em BAPTISTA DA SILVA & LARROZA (1999).

Quando necessário, recorreu-se à transformação dos dados, ( $Z = BX^{1-a}$  ou  $Z = B \ln X$ ), visando à aquisição da homocedasticidade e normalidade da distribuição.

Na construção das tabelas de probabilidades utilizou-se a distribuição de  $t$  para os níveis de probabilidade de 1% a 99%. Para cada pântada, calculou-se a média  $\bar{Z}$  e o desvio padrão  $S_z$  dos valores originais, ou noutro caso, para dados que necessitem de uma transformação prévia, seria a média e o desvio padrão dos dados transformados. Os valores de  $Z_p$ , correspondentes aos diversos níveis de probabilidade, foram calculados pela fórmula:

$$Z_p = \bar{Z} + t_{p, n-1} S_z \quad (2)$$

em que  $t_{p, n-1}$  é obtido da tabela da distribuição de  $t$  unilateral para  $p=1$  até 99% e  $n-1$  graus de liberdade. Para voltar-se aos dados originais, utiliza-se a transformação inversa

$$X_p = \exp \left[ \frac{\ln(Z_p / B)}{1-a} \right] \quad (3)$$

As tabelas obtidas foram testadas com observações reservadas para tal, (1991-2002). Os testes realizados, para verificar a adequação das tabelas construídas, foram: intervalos quartílicos, análise dos

contrastes, o valor esperado e intervalo de confiança da maior temperatura média.

Para o teste dos intervalos quartílicos, as temperaturas médias, correspondentes às probabilidades de 25%, 50% e 75%, representam, em qualquer pântada, o 1º, 2º e o 3º quartil, respectivamente. Em 25% dos 12 anos (1991-2002), isto é, em 3 anos, as temperaturas médias pentadais observadas devem estar em cada um dos quatro intervalos determinados por aqueles valores. O acordo, entre os valores observados e esperados, em cada pântada, foi analisado pelo teste de Qui-quadrado, com três graus de liberdade, no nível  $\alpha = 0,05$  de probabilidade.

Quanto à análise dos contrastes, os três graus de liberdade, entre as quatro classes determinadas pelos três quartis, podem decompor-se de diversas maneiras. Consideraram-se os seguintes contrastes, originados de uma dada decomposição:

$$C_1 = (n_4 + n_3) - (n_2 + n_1) \quad (4)$$

$$C_2 = (n_4 + n_1) - (n_2 + n_3) \quad (5)$$

$$C_3 = (n_4 + n_2) - (n_3 + n_1) \quad (6)$$

em que  $n_i$  é o número de anos nos quais se observou a temperatura média dentro do intervalo quartílico  $i$ ,  $i = 1, 2, 3$  ou 4.

Escolheu-se esta decomposição dos três graus de liberdade por ser de fácil interpretação, visto que,  $C_1$  cresce com a mediana,  $C_2$  cresce com a dispersão e  $C_3$  cresce com a assimetria (BAPTISTA DA SILVA & LARROZA, 1999).

O teste de Qui-quadrado, com um grau de liberdade, no qual se fez a correção de continuidade recomendada por Yates (FISHER, 1941), foi aplicado para verificar o acordo entre os valores observados e os esperados, para  $\alpha = 0,05$ .

Para analisar o valor esperado e o intervalo de confiança (95%) da maior temperatura média, determinou-se o valor esperado da maior das temperaturas médias pentadais e o correspondente intervalo de confiança no qual, em 95% dos casos, deveria encontrar-se esse valor.

Assim, se  $p_{k_i}$  é a probabilidade correspondente a maior das temperaturas médias na pântada  $i$ , em  $k_i$  anos, no total dos 12 anos de observações, tem-se:

$$E[p_{k_i}] = \frac{k_i + 0,5}{k_i + 1}, \quad i = 1, 2, 3 \dots 73 \quad (7)$$

que corresponde um valor de  $t$  unilateral (BAPTISTA DA SILVA, 1979).

$$Z = \bar{Z} + t_{p_{k_i}, (n-1)} \cdot S_z$$

permite calcular o valor esperado da maior das temperaturas médias numa sucessão de  $k_i$  anos, para cada pêntada  $i$ .

Determinou-se, a seguir, o intervalo de confiança no qual, em 95% dos casos, deveria encontrar-se o valor esperado da maior das temperaturas médias. A probabilidade do extremo inferior do intervalo de confiança correspondente à 95% é  $p_{k_i}(x_i)$ , dada pela equação:

$$[p_{k_i}(x_i)]^{k_i} = 0,025 \quad (8)$$

analogamente, a probabilidade do extremo superior do intervalo de confiança é  $p_{k_i}(x_s)$ , dado por:

$$[p_{k_i}(x_s)]^{k_i} = 0,975, \quad (9)$$

tendo em vista que todos os  $k_i$  valores devem ser menores que  $x_s$ .

A partir dessas equações, calcularam-se os valores de  $p_{k_i}(x_i)$  e  $p_{k_i}(x_s)$ , respectivamente. Após determinar os valores de  $t$  unilaterais correspondentes àquelas probabilidades, obtiveram-se os valores esperados do extremo inferior e do extremo superior do intervalo de confiança (95%), por meio da mesma expressão utilizada para determinar a esperança matemática da maior das temperaturas médias, para a pêntada em apreço.

Uma descrição mais detalhada desses três testes encontram-se em BAPTISTA DA SILVA (1979), BAPTISTA DA SILVA & AMARAL (1987), BAPTISTA DA SILVA & LARROZA (1999).

Da observação dos resultados desses testes concluir-se-á sobre a adequabilidade da construção das tabelas.

## Resultados e discussão

O teste de Cochran ( $C_{0,05;41} = 0,033$ ) resultou em  $C = 0,033$ , não significativo a 5%, para os dados da média e, para os dados da máxima, em

$C = 0,033$ , indicando, em ambos os casos, uma homogeneidade das variâncias (DIXON & MASSEY Jr., 1969).

Os desvios da normalidade de  $g_1$  e  $g_2$ , pelo teste de Fisher (FISHER, 1941), foram significativos em 11% das pêntadas (8 pêntadas), nos dados da média, enquanto que, no teste de normalidade  $SW$ , (SHAPIRO, 1990),  $W_{0,05;42} = 0,942$ , todas as pêntadas atenderam à condição de normalidade, permitindo que os dados fossem estudados diretamente, sem necessidade de uma transformação prévia.

No que concerne aos dados da máxima, o teste de Fisher resultou significativo em 11% das pêntadas (8 pêntadas), enquanto que, pelo teste  $SW$  os desvios da normal foram significativos em 10% das pêntadas (6 pêntadas), permitindo que os dados também fossem estudados diretamente, sem necessidade de transformação prévia.

Os valores de temperatura, média pentadal e máxima pentadal que aparecem nas Tabelas 1 e 2, respectivamente, correspondentes aos níveis de probabilidade de 1% a 99%, foram estimados a partir dos dados observados, levando-se em conta a média e o desvio-padrão de cada pêntada, parâmetros da distribuição normal, apresentados nas Tabelas 3 e 4. Nessas últimas tabelas, nota-se que, no período correspondente às pêntadas 27 a 51, enquanto as médias das temperaturas decrescem, os desvios padrões aumentam, indicando uma alta variabilidade das temperaturas no outono-inverno. As temperaturas médias (Tabela 1), ao nível de probabilidade de 50% (normais), encontram-se entre 21,0°C e 23,8°C (verão); 12,0°C e 21,5°C (outono); 12,2°C e 15,2°C (inverno); 16,7°C e 22,0°C (primavera). Observa-se que, na primavera, além das temperaturas altas, ocorrem os mínimos de precipitações (BAPTISTA DA SILVA & AMARAL, 1984) e ventos de razoável intensidade (BAPTISTA DA SILVA & LARROZA, 1999), ocasionando secas bastante severas na região, principalmente, naqueles anos em que não ocorre o fenômeno El Niño (Figuras 1 e 2).

Os resultados dos testes das tabelas, usando as observações de 1991-2002 (12 anos), são apresentados a seguir.

Em cada um dos quatro intervalos determinados pelas temperaturas médias e máximas, correspondentes às probabilidades de 25, 50 e 75% (1°

**Tabela 1.** Média pentadal, para diferentes pântadas (PEN) de janeiro e para diferentes probabilidades de ocorrência ( $\alpha$ ), tal que  $P(T_{med} \leq {}^0C) = \alpha$ , em Pelotas, RS.

<i>a</i>	<i>PEN - 1</i> 01-05/01	<i>PEN - 2</i> 06-10/01	<i>PEN - 3</i> 11-15/01	<i>PEN - 4</i> 16-20/01	<i>PEN - 5</i> 21-25/01	<i>PEN - 6</i> 26-30/01
0,990	28,7	26,4	27,5	26,9	26,4	27,9
0,975	27,8	25,8	26,8	26,3	25,9	27,2
0,950	27,0	25,3	26,2	25,8	25,4	26,6
0,925	26,5	25,1	25,8	25,5	25,1	26,2
0,900	26,1	24,8	25,6	25,2	24,9	25,9
0,875	25,8	24,6	25,3	25,0	24,7	25,7
0,850	25,6	24,4	25,1	24,9	24,6	25,5
0,825	25,3	24,3	25,0	24,7	24,4	25,3
0,800	25,1	24,1	24,8	24,6	24,3	25,2
0,775	24,9	24,0	24,7	24,4	24,2	25,0
0,750	24,7	23,9	24,5	24,3	24,1	24,9
0,725	24,6	23,8	24,4	24,2	24,0	24,8
0,700	24,4	23,7	24,3	24,1	23,9	24,6
0,675	24,2	23,6	24,2	24,0	23,8	24,5
0,650	24,1	23,5	24,0	23,9	23,7	24,4
0,625	23,9	23,4	23,9	23,8	23,6	24,3
0,600	23,8	23,3	23,8	23,7	23,5	24,2
0,575	23,6	23,2	23,7	23,6	23,4	24,1
0,550	23,5	23,1	23,6	23,5	23,3	24,0
0,525	23,3	23,0	23,5	23,4	23,3	23,9
0,500	23,2	23,0	23,4	23,3	23,2	23,8
0,475	23,1	22,9	23,3	23,2	23,1	23,7
0,450	22,9	22,8	23,1	23,1	23,0	23,5
0,425	22,8	22,7	23,1	23,0	22,9	23,4
0,400	22,6	22,6	23,0	22,9	22,8	23,3
0,375	22,5	22,5	22,9	22,8	22,7	23,2
0,350	22,3	22,4	22,8	22,8	22,7	23,1
0,325	22,2	22,3	22,7	22,6	22,6	23,0
0,300	22,0	22,2	22,5	22,5	22,5	22,9
0,275	21,8	22,1	22,4	22,4	22,4	22,8
0,250	21,7	22,0	22,3	22,3	22,3	22,6
0,225	21,5	22,0	22,1	22,2	22,2	22,5
0,200	21,3	21,8	22,0	22,1	22,0	22,3
0,175	21,1	21,6	21,8	21,9	21,9	22,2
0,150	20,8	21,5	21,7	21,8	21,8	22,0
0,125	20,6	21,3	21,5	21,6	21,6	21,8
0,100	20,3	21,1	21,3	21,4	21,4	21,6
0,075	19,9	20,9	21,0	21,2	21,2	21,3
0,050	19,4	20,6	20,6	20,8	20,9	20,9
0,025	18,6	20,1	20,0	20,3	20,4	20,4
0,010	17,7	19,6	19,4	19,7	19,9	19,7

quartil, 2º quartil e 3º quartil) esperar-se-ia, incluídos 25% dos 12 anos de observação (3 anos)<sup>6</sup>. Os números observados para a média pentadal, na primeira pântada de janeiro, foram,  $n_1=4$ ,  $n_2=4$ ,  $n_3=3$ ,  $n_4=1$ , que corresponde um valor de Qui-quadrado de 2,0; não significativo a 5% ( $\chi^2_{0,05;3} = 7,815$ ).

Para a máxima pentadal, os valores, na mesma pântada, foram  $n_1=3$ ,  $n_2=4$ ,  $n_3=3$ ,  $n_4=2$ , que correspondem a um valor de Qui-quadrado de 0,7; não significativo a 5%. Em resumo, para a média pentadal o teste Qui-quadrado apresentou discrepância significativa em somente 4 das 73 pântadas, aproximadamente 5,5%; para a máxima pentadal apenas 3, das 73 pântadas, foram significativas, aproximadamente 4,1% delas.

Para os contrastes ortogonais, resultantes da decomposição dos três graus de liberdade, referentes às quatro classes definidas pelos quartis, o teste de Qui-quadrado com um grau de liberdade, no qual se fez a correção de Yates (FISHER, 1941) indicou uma discrepância significativa em 7, 2 e 3 das 73 pântadas da média pentadal e 6, 3 e 6 das 73 pântadas da

<sup>6</sup>Embora a maioria dos autores considerem que as frequências esperadas sejam não inferiores a cinco para uma boa aproximação do teste de Qui-quadrado, encontram-se em GIBBONS (1971), CONOVER (1980) e ASSIS et al. (1996), indicações que esse valor é extremamente conservador e baseados em estudos recentes, comprova-se que esta regra pode ser mais flexível, obtendo-se resultados razoavelmente precisos, para este teste, mesmo quando as frequências esperadas são inferiores a cinco.

máxima pentadal, para os contrastes  $C_1$ ,  $C_2$  e  $C_3$ , respectivamente ( $\chi^2_{0,05; 1} = 3,841$ ). Em nenhum dos casos, a discrepância significativa superou 9,6% das pêntadas.

Em relação ao valor esperado e intervalo de confiança da maior das temperaturas médias, médias pentadais e máximas pentadais, a partir dos registros dos 12 anos ( $k_i = 12$ ) reservados para os testes das tabelas, comparou-se a maior das temperaturas médias, médias e máximas observadas em cada pêntada,

$$E(p_k) = \frac{12+0,5}{12+1} = 0,9615$$

com àquelas correspondentes à probabilidade:

Como para a primeira pêntada (média pentadal),

$$Z = 23,19 + 2,241 \times 2,045 = 27,8^{\circ}C$$

$\square$  e  $\square$  e  $t = 2,045^7$ , calculou-se:

valor esperado da média pentadal na primeira pêntada.

As probabilidades dos extremos inferiores e superiores do intervalo de confiança (95%) da média pentadal,

$$p_{k_i}(x_i) = \exp(\ln 0,025 / 12) = 0,7354$$

$$p_{k_s}(x_s) = \exp(\ln 0,975 / 12) = 0,9979$$

para a primeira pêntada de janeiro, foram, respectivamente:

que corresponderam aos valores esperados dos extremos do

**intervalo de confiança**,  $x_i = 24,8^{\circ}C$  e  $x_s = 30,9^{\circ}C$ .

Em apenas 1 das 73 pêntadas (menos de 2%), a maior das médias pentadais observadas ficou fora do intervalo de confiança.

**Tabela 2.** Máxima pentadal, para diferentes pêntadas (PEN) de janeiro e para diferentes probabilidades de ocorrência ( $\alpha$ ), tal que  $P(T_{\max} \leq ^{\circ}C) = \alpha$ , em Pelotas RS.

$\alpha$	PEN - 1 01-05/1	PEN - 2 06-10/01	PEN - 3 11-15/01	PEN - 4 16-20/01	PEN - 5 21-25/01	PEN - 6 26-30/01
0,990	29,0	28,8	29,5	29,3	29,7	30,9
0,975	28,3	28,2	28,7	28,6	28,9	30,0
0,950	27,8	27,7	28,1	28,1	28,3	29,3
0,925	27,4	27,4	27,7	27,7	27,9	28,8
0,900	27,1	27,2	27,4	27,5	27,7	28,5
0,875	26,9	27,0	27,2	27,2	27,4	28,2
0,850	26,7	26,8	27,0	27,0	27,2	28,0
0,825	26,5	26,7	26,8	26,9	27,0	27,8
0,800	26,4	26,6	26,6	26,7	26,8	27,6
0,775	26,2	26,5	26,5	26,6	26,7	27,4
0,750	26,1	26,3	26,3	26,4	26,5	27,2
0,725	25,9	26,2	26,2	26,3	26,4	27,0
0,700	25,8	26,1	26,0	26,2	26,3	27,0
0,675	25,7	26,0	25,9	26,1	26,2	26,7
0,650	25,6	25,9	25,8	26,0	26,0	26,6
0,625	25,5	25,8	25,7	25,8	25,9	26,5
0,600	25,4	25,8	25,6	25,7	25,8	26,3
0,575	25,3	25,7	25,4	25,6	25,7	26,2
0,550	25,2	25,6	25,3	25,5	25,6	26,1
0,525	25,0	25,5	25,2	25,4	25,5	25,9
0,500	24,9	25,4	25,1	25,3	25,3	25,8
0,475	24,8	25,3	25,0	25,2	25,2	25,7
0,450	24,7	25,2	24,9	25,1	25,1	25,5
0,425	24,6	25,1	24,8	25,0	25,0	25,4
0,400	24,5	25,1	24,6	24,9	24,9	25,3
0,375	24,4	25,0	24,5	24,8	24,8	25,1
0,350	24,3	24,9	24,4	24,7	24,7	25,0
0,325	24,2	24,8	24,3	24,6	24,5	24,8
0,300	24,1	24,7	24,2	24,5	24,4	24,7
0,275	23,9	24,6	24,0	24,3	24,3	24,5
0,250	23,8	24,5	23,9	24,2	24,1	24,4
0,225	23,7	24,4	23,7	24,1	24,0	24,2
0,200	23,5	24,2	23,6	23,9	23,8	24,0
0,175	23,4	24,1	23,4	23,8	23,7	23,8
0,150	23,2	24,0	23,2	23,6	23,5	23,6
0,125	23,0	23,8	23,0	23,4	23,3	23,4
0,100	22,8	23,6	22,8	23,2	23,0	23,1
0,075	22,5	23,4	22,5	22,9	22,7	22,7
0,050	22,1	23,1	22,1	22,6	22,4	22,3
0,025	21,6	22,6	21,5	22,0	21,7	21,6
0,010	20,9	22,0	20,7	21,3	21,0	20,7

Para a máxima pentadal, para a mesma pêntada, o valor esperado é  $x_e = 28,9^{\circ}C$  e os extremos do intervalo de confiança correspondem aos valores esperados de  $x_i = 26,4^{\circ}C$  e  $x_s = 31,6^{\circ}C$ , e apenas 3

<sup>7</sup>Valor correspondente a 29 graus de liberdade, pois, a distribuição dos valores para a primeira pêntada de Janeiro, como para as demais, compõem-se de 30 anos de observações.

**Tabela 3.** Média e desvio-padrão das temperaturas médias pentadais para as 73 pântadas do ano em Pelotas, RS.

Pênt	Média	D. P.	Pênt	Média	D. P.
1	23,06	2,06	38	12,25	2,57
2	23,05	1,42	39	12,43	3,04
3	23,31	1,69	40	12,04	2,87
4	23,12	1,42	41	12,14	2,49
5	23,38	1,29	42	13,33	2,80
6	23,69	1,55	43	13,08	2,65
7	23,41	1,51	44	13,26	2,71
8	23,15	1,60	45	13,36	2,00
9	23,15	1,59	46	13,36	2,45
10	23,06	1,52	47	13,59	2,09
11	23,05	1,67	48	14,41	2,74
12	23,00	1,60	49	13,87	2,53
13	22,96	1,74	50	14,35	2,20
14	22,53	1,71	51	14,70	2,35
15	22,08	1,98	52	15,00	2,01
16	21,38	1,89	53	15,37	2,21
17	21,38	1,77	54	16,19	2,18
18	20,15	1,70	55	16,45	1,79
19	19,57	1,87	56	16,78	2,46
20	19,45	2,11	57	17,03	1,94
21	19,16	1,71	58	17,68	1,94
22	18,00	2,08	59	17,77	1,65
23	17,87	2,75	60	18,80	1,69
24	17,17	2,12	61	18,83	1,80
25	16,19	2,12	62	19,13	1,66
26	16,08	1,97	63	19,06	1,69
27	15,91	2,59	64	19,69	2,16
28	15,11	2,54	65	19,98	1,73
29	14,48	2,80	66	20,35	1,59
30	14,56	3,08	67	21,03	1,62
31	13,55	2,88	68	21,27	1,51
32	13,10	2,96	69	21,78	1,63
33	12,48	3,24	70	22,18	1,43
34	12,51	2,59	71	21,81	1,76
35	12,67	2,76	72	22,25	1,54
36	12,30	3,36	73	23,01	1,52
37	12,44	2,58			

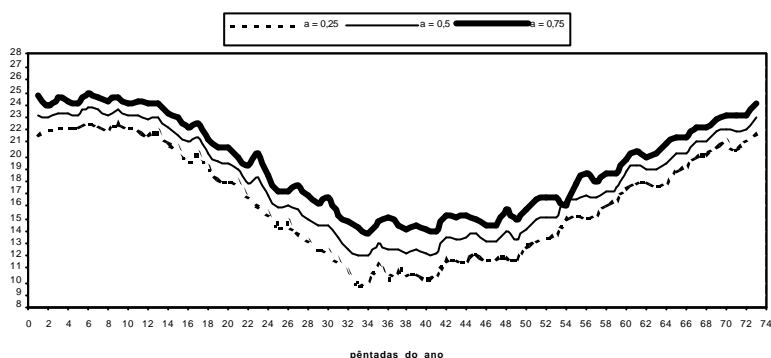
**Tabela 4.** Média e desvio-padrão das temperaturas máximas pentadais para as 73 pântadas do ano em Pelotas, RS.

Pênt	Média	D. P.	Pênt	Média	D. P.
1	24,84	1,63	38	15,56	3,14
2	25,41	1,40	39	15,87	3,19
3	24,92	1,65	40	15,30	3,17
4	25,23	1,39	41	14,96	2,91
5	25,47	1,71	42	16,10	3,19
6	25,65	1,87	43	16,08	3,33
7	25,25	1,70	44	16,06	3,24
8	25,31	1,89	45	15,83	2,00
9	25,03	1,72	46	16,30	2,74
10	24,87	1,54	47	16,41	2,57
11	24,96	1,78	48	16,99	3,00
12	25,02	1,59	49	16,70	2,53
13	24,79	1,93	50	16,99	2,40
14	24,54	1,90	51	17,29	2,88
15	24,01	2,09	52	17,73	2,36
16	23,42	1,84	53	17,86	2,60
17	23,42	1,74	54	18,80	2,29
18	22,28	1,87	55	18,76	1,88
19	21,69	2,03	56	18,84	2,42
20	21,46	2,12	57	19,16	2,60
21	21,40	1,85	58	20,22	2,11
22	20,37	2,13	59	19,99	1,85
23	20,00	2,75	60	21,22	1,57
24	19,17	2,01	61	21,31	1,63
25	18,99	2,65	62	21,58	1,88
26	18,25	2,23	63	21,32	1,96
27	18,09	2,66	64	22,21	2,30
28	17,51	2,88	65	21,96	1,71
29	17,06	2,77	66	22,86	2,11
30	17,11	3,40	67	23,52	2,24
31	16,48	3,28	68	23,79	1,79
32	15,55	3,26	69	23,88	1,87
33	15,15	3,73	70	24,42	1,81
34	15,75	3,06	71	23,80	1,97
35	15,71	3,06	72	24,23	1,86
36	15,20	3,50	73	25,00	1,34
37	15,42	2,77			

pântadas das 73 do ano, ficaram fora do intervalo de confiança.

Tendo em vista os resultados dos três testes, conclui-se que as tabelas foram adequadamente construídas. As tabelas completas serão publicadas posteriormente, em documento específico, tendo em vista o grande volume de informações.

Os resultados apresentados pelas tabelas servem como subsídios para o planejamento de diversas atividades na região.



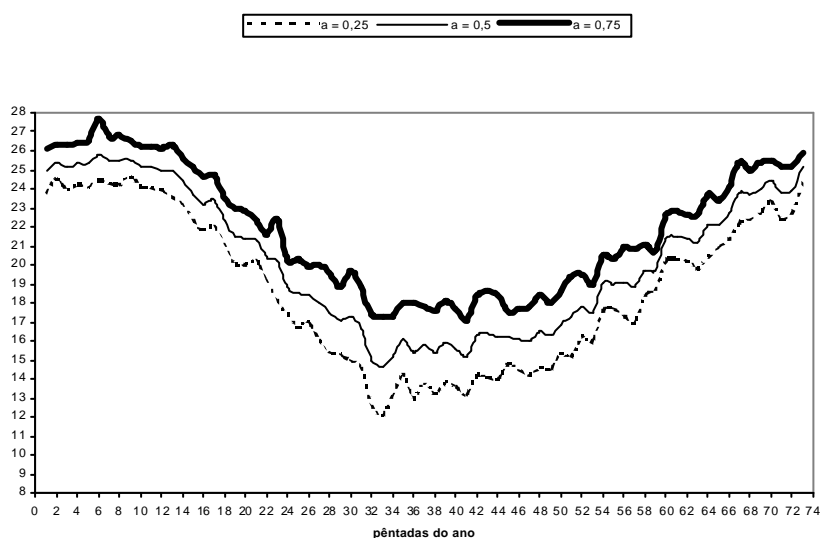
**Figura 1.** Estimativas das temperaturas médias pentadais ( $^{\circ}\text{C}$ ), para os níveis de probabilidades de 25, 50 e 75%, nas 73 pênadas do ano, em Pelotas, RS.

## Conclusões

Nos dois casos, média pentadal e máxima pentadal, os dados da temperatura média do ar foram analisados diretamente, sem necessidade de transformação prévia.

As tabelas de probabilidades foram estabelecidas para os níveis de probabilidade de 1% a 99%, em cada uma das 73 pênadas do ano, não estando publicadas na íntegra no presente trabalho.

As tabelas de probabilidades das médias pentadais e máximas pentadais foram testadas com



**Figura 2.** Estimativas das temperaturas máximas pentadais ( $^{\circ}\text{C}$ ), para os níveis de probabilidades de 25, 50 e 75%, nas 73 pênadas do ano, em Pelotas, RS.

um novo conjunto de observações, referentes ao período de 1991 a 2002. A concordância entre os valores observados e esperados foi satisfatória, indicando que o processo de construção das tabelas foi adequado.

## Referências bibliográficas

AMARAL, E.; BAPTISTA DA SILVA, J.; BASSOLS, M.C. **Tabelas de probabilidades da temperatura mínima em Pelotas, RS (média das mínimas e mínima absoluta)**. Brasília: Departamento Nacional de Meteorologia, 1975, 61 p. (Boletim Técnico n. 9).

AMARAL, E.; BAPTISTA DA SILVA, J.; BASSOLS, M.C. **Temperatura mínima em Pelotas, RS (média das mínimas e mínima absoluta) - Tabelas de Probabilidades**. Pelotas: Instituto de Física e Matemática - UFPel, 1976, 39 p. (Boletim Técnico n. 1).

ASSIS, F.N.; ARRUDA, H.V.; PEREIRA, A.R., **Aplicações de estatística à climatologia. Teoria e prática**. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária / UFPel., 1996. 161 p.

BAPTISTA DA SILVA, J. **Tabelas de probabilidades das precipitações pluviométricas máximas pentadais em Pelotas, RS**. Pelotas: UFPel, 1979, 144 p. Tese (Professor Titular). Concurso Público para Professor Titular em Estatística Experimental e Computação Eletrônica, Instituto de Física e Matemática, Universidade Federal de Pelotas, 1979.

BAPTISTA DA SILVA, J.; AMARAL, E. **Precipitações pluviométricas em Pelotas, RS (totais pentadais e máximas pentadais) - Tabelas de Probabilidades**. Pelotas: Instituto de Física e Matemática da UFPel/ Editora Universitária, 1984, 41 p.

BAPTISTA DA SILVA, J.; AMARAL, E. Probabilidades das precipitações pluviométricas em Pelotas, RS. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 167-177, 1987.

BAPTISTA DA SILVA, J.; BURGUEÑO, L.E.T.; FERREIRA, C.C. **Umidade relativa do ar em Pelotas, RS (média pentadal e máxima pentadal) - Tabelas de Probabilidades**. Instituto de Física e Matemática



da UFPel / Editora e Gráfica Universitária, 2002, 27 p. (Boletim Técnico nº 4).

BAPTISTA DA SILVA, J.; LARROZA, E.G. Probabilidades de ocorrência de diferentes velocidades dos ventos em Pelotas, RS. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 7, n. 1, p. 91-99, 1999.

BAPTISTA DA SILVA, J.; SCHONS, R.L.; LARROZA, E.G. Probabilidades de ocorrência de rajadas máximas de vento em Pelotas, RS. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 2, p. 237-240, 1997.

BARGER, G.L.; SHAW, R.H.; DALE, R.R. **Changes of receiving selected amounts of precipitation in the north central region of the United States**. Ames: Iowa University, 1959, 277 p.

COLIGADO, M.C.; BAIER, W.; SLY, W.K. **Risk analysis of weekly climatic data for agricultural and irrigation planning - Wistaria, British Columbia**. Plant Research Institute: Ottawa, 1969, 23 p. (Tech. 77).

CONOVER, W.J. **Practical nonparametric statistics**. 2. ed., New York: John Wiley & Sons. 1980. 493 p.

DIXON, W.J.; MASSEY JR., F.J. **Introducion to statistical analysis**. Tokio: McGraw-Hill Kogakusha Ltda. 1969, 639 p.

FISHER, R.A. **Statistical methods for research workers**. 8. ed. London: Oliver and Boyd, 1941, 35 p.

GIBBONS, J.D. **Nonparametric statistical inference**. New York: MacGraw-Hill Book Company. 1971. 306 p.

SHAPIRO, S.S. **How to test normality and other distributional assumptions**. 2. ed., v. 3, Wisconsin: American Society for Quality Control, 1990. 92 p.

STUFF, R. **Probabilidades de lluvias en la zona de la Estación Experimental Agropecuária Pergamino**. Pergamino: Estación Experimental Agropecuária Pergamino - INTA, 1969. 61 p. (Informe Técnico n. 93).